

# Modelo de sostenibilidad Mosoghi para la gestión hídrica de las empresas

## The Mosoghi sustainability model for the water management of companies

Gaudencio Laureano Valentín<sup>1</sup>, Daniel Florencio Lovera Dávila<sup>2</sup>

Recibido: 30/03/2022 - Aprobado: 01/09/2022 – Publicado: 31/12/2022

### RESUMEN

Las Empresas no tienen como medir la sostenibilidad de la gestión hídrica que aplican en sus actividades. Por lo tanto, no tienen un horizonte para la mejora continua de dicha gestión. El Modelo MOSOGHI propone una alternativa de solución a ese problema. Este Modelo organizado con principios de ética planteados por la UNESCO en Estambul el 2009 e indicadores de sostenibilidad para la Gestión Hídrica, facilita dicha medición. Mediante un análisis documental, la aplicación de los principios de ética y el sistema RUFOL se obtienen indicadores de sostenibilidad para la Gestión Hídrica. Al usar fórmulas matemáticas y estadísticas se obtiene el Grado de sostenibilidad basado en indicadores e índices. Al ponderar los indicadores e índices de sostenibilidad determinamos el Grado de sostenibilidad con el cual se evalúa la Gestión Hídrica. Como son datos matemáticos y estadísticos podríamos realizar simulaciones para visualizar los resultados del Grado de Sostenibilidad de la Gestión Hídrica de una Empresa, pero como contamos con datos reales de la aplicación del Modelo MOSOGHI en la Gestión Hídrica de la Empresa Milpo, en esta ocasión mostramos los resultados de la medición de la sostenibilidad de dicha Gestión.

**Palabras claves:** gestión hídrica sostenible; principios éticos; indicadores de eficiencia y sostenibilidad; grado de sostenibilidad; mejora continua.

### ABSTRACT

The Companies do not have a way to measure the sustainability of the water management that they apply in their activities. Therefore, they do not have a horizon for the continuous improvement of said management. The MOSOGHI Model proposes an alternative solution to this problem. This Model organized with ethical principles proposed by UNESCO in Istanbul in 2009 and sustainability indicators for Water Management, facilitates such measurement. Through a documentary analysis, the application of the principles of ethics and the RUFOL system, sustainability indicators for Water Management are obtained. By using mathematical and statistical formulas, the degree of sustainability is obtained based on indicators and indices. By weighing the sustainability indicators and indices, we determine the Sustainability Degree with which Water Management is evaluated. As they are mathematical and statistical data, we could carry out simulations to visualize the results of the Degree of sustainability of the Water Management of a Company, but as we have real data of the application of the MOSOGHI Model in the Water Management of the Milpo Company, on this occasion we show the results of the measurement of the sustainability of said Management.

**Keywords:** sustainable water management; ethical principles; efficiency and sustainability indicators; degree of sustainability; continuous improvement.

1 Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Ciudad Universitaria – Av. Alfredo Mendiola 6232 de la EAP de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú  
Docente. Autor para correspondencia: [gauden1@gmail.com](mailto:gauden1@gmail.com) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7543-9390>  
2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú.  
b Docente. E-mail: [dloverad@unmsm.edu.pe](mailto:dloverad@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2815-0716>

## I. INTRODUCCIÓN

El agua, es un recurso natural, de suma importancia para todo tipo de proyectos; pues es el eje central que mueve toda actividad humana ((García Calvo, 2008). Más aun por la creciente preocupación de la escasez del agua (Campoblanco Díaz & Gomero Torres, 2000) las Empresas con responsabilidad ambiental, están apremiados a realizar una gestión eficiente y sostenible del agua (Quiñónez Rizo, 2015). Sobre todo, bajo principios de ética del agua (IMTA, 2007).

En este contexto, se propone el Modelo MOSOGHI para medir la sostenibilidad de la Gestión de agua de una Empresa, que en principio se creó para la Empresa Minera Milpo. Al evaluar la eficiencia y sostenibilidad en un periodo de tiempo, mediante principios de ética e indicadores de sostenibilidad (Campoblanco Díaz & Gomero Torres, 2000), que son universales y globales, el MOSOGHI puede mostrar la proyección de la calidad de la Gestión Hídrica de cualquier Empresa. La versatilidad de este Modelo está basada en la universalidad de los principios de ética que no cambian y la globalización de los indicadores de sostenibilidad para todos los sectores.

Actualmente no hay algún instrumento que pueda evaluar la sostenibilidad de una Gestión Hídrica de una Empresa. Lo que se tiene son propuestas que de algún modo plantean la mejora continua en la gestión hídrica de las empresas. O mediante normas e instituciones como Autoridad Nacional del Agua (ANA), se pretende mejorar la Gestión Hídrica en el Perú (Méndez Quincho et al., 2017).

Se investiga para mejorar la calidad de la gestión hídrica, tanto que se menciona con frecuencia la gestión hídrica sostenible cuyo objeto es minimizar los efectos negativos que puede traer el uso del agua en un ambiente de creciente escasez a nivel global y local (Barrientos Alvarado, 2011). Se pretende generalmente elaborar un modelo de gestión sostenible de agua a nivel de microcuencas (Pulgarín Giraldo, 2011). Incluso se pretende evaluar la sostenibilidad de la gestión hídrica de agua potable, basado en parámetros de desarrollo sostenible (Torres, 2013). Más ningún trabajo de investigación plantea la creación de un modelo, basado en principios de ética universales que no cambian e indicadores de sostenibilidad globalizados y aplicables en cualquier sector, para medir la sostenibilidad de la gestión hídrica de una empresa.

## II. MÉTODOS

### 2.1. Investigación desarrollada

La investigación es de tipo aplicada por que se pretende desarrollar un modelo de sostenibilidad que sea útil para medir la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión hídrica de una empresa. Se considera la investigación aplicada de tipo científica: cuyos fines podrían ser predictivos. A través de este tipo de investigación se pueden medir ciertas variables, que son los indicadores de eficiencia y sostenibilidad, para pronosticar comportamientos que son útiles para la mejora continua de la gestión hídrica de la empresa.

El diseño de la investigación es de tipo semi experimental, debido a que en principio no se altera ninguna variable de manera intencional con el objetivo de ver cuál o cuáles serían las consecuencias derivadas de la manipulación. Pero si podría hacerse simulaciones con el objeto de orientar la mejora continua de la gestión hídrica.

La investigación se basa sobre todo en estudiar el efecto de una variable independiente (VI), es decir “Medir o evaluar con el Modelo MOSOGHI”, sobre otra variable dependiente (VD), es decir “Nivel o grado de sostenibilidad de la Gestión de agua de una Empresa”. La aplicación de este Modelo se hizo para la mejora continua en la Gestión Hídrica de la Empresa Milpo. Al finalizar la investigación se observó que el Modelo MOSOGHI bien podría ser útil para otras Empresas en la mejora continua en la gestión del agua. Las fases de la investigación son las siguientes:

#### 2.1.1. Surgimiento de la idea a través de una pregunta

¿Cómo medir la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión hídrica de una empresa en un ambiente de escasas hídrica? Elaborar un modelo para medir la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión hídrica mediante indicadores de eficiencia y sostenibilidad. Basado en Principios de Ética para la gestión hídrica y los parámetros de desarrollo sostenible.

### 2.2. Identificación de Principios de Ética (PE) para la gestión hídrica

#### 2.2.1 Dimensiones del Desarrollo sostenible (DS).

El grupo de trabajo de la Unesco planteó el 2009, sobre Ética de los Usos del Agua los siguientes principios, que toma el MOSOGHI:

- a. Atender siempre las necesidades básicas de agua de cada persona. (P1). Es un principio antropocéntrico que prioriza las necesidades básicas de supervivencia del ser humano antes que cualquier otra necesidad. Este principio está relacionado a la Dimensión social del Desarrollo Sostenible.
- b. Mantener los caudales ecológicos básicos para mantener la salud ecológica de los ecosistemas. (P2). Es un principio de sostenibilidad hídrica como recurso natural que permita garantizar y mantener la vida en los ecosistemas o en las cuencas. Se relaciona con la Dimensión Ambiental del Desarrollo Sostenible.
- c. Evitar la contaminación. (P3). Principio de sostenibilidad hídrica que promueve la preservación y conservación sin contaminación del recurso hídrico. Se relaciona con la Dimensión Ambiental del Desarrollo Sostenible.
- d. Tomar medidas preventivas para mitigar las inundaciones. (P4). Principio de sostenibilidad hídrica que garantiza el equilibrio hídrico en las cuencas hidrográficas garantizando la supervivencia en las cuencas. Se relaciona con la Dimensión Ambiental del Desarrollo Sostenible.

- e. Ser responsables y solidarios con los usuarios de aguas abajo. (P5). Principio de responsabilidad y solidaridad con los habitantes de cuencas bajas. Se relaciona con la Dimensión Social del Desarrollo Sostenible.
- f. Evitar el despilfarro de agua mediante su uso eficiente. (P6). Principio de valorización del recurso hídrico que promueve el uso eficiente del agua. Se relaciona con la Dimensión de eficiencia del Desarrollo Sostenible.
- g. Facilitar que los recursos hídricos sean renovables. (P7). Principio que promueve un ciclo hidrológico sostenible en calidad y cantidad hídrica. Se relaciona con la Dimensión Ambiental del Desarrollo Sostenible.
- h. Obtener mejores datos hidrológicos. (P8). Datos hidrológicos verdaderos, confiables y transparentes. Se relaciona con la Dimensión Ambiental del Desarrollo Sostenible.
- i. Evitar en lo posible los conflictos por el agua y, en cualquier caso, resolverlos de modo pacífico. (P9). Prevenir conflictos con políticas y medidas adecuadas y eficientes. Se relaciona con la Dimensión Social del Desarrollo Sostenible.
- j. Evitar las subvenciones perversas que son malas para la economía y el medio ambiente. (P10). Principio que da el valor económico justo del recurso hídrico, de modo que pueda sostenerse el uso adecuado del agua. Se relaciona con la Dimensión Económica del Desarrollo Sostenible.
- k. Hacer más transparentes todos los datos disponibles y más participativos los procesos de la gestión de los recursos hídricos. (P11) (Cachán, 2009) Principio que promueve la responsabilidad ética y de transparencia. Se relaciona con la Dimensión de eficiencia del Desarrollo Sostenible.

### 2.3. Selección de indicadores de eficiencia y sostenibilidad

Fundamentados por los principios de ética, dentro de las dimensiones del Desarrollo Sostenible para la gestión hídrica.

Construcción del modelo de sostenibilidad para medir la gestión hídrica (MOSOGHI). Se estructura el modelo basado en principios de ética (PE) y dimensiones de desarrollo sostenible (DDS), que permiten identificar los indicadores de eficiencia y sostenibilidad para la gestión hídrica. Ver Tabla:1

1. La estructura del Modelo MOSOGHI se inicia con el diagnóstico integral de la zona de influencia de la actividad minera de Milpo en la UM Cerro Lindo. En Empresas de otros sectores se podría realizar un diagnóstico integral en relación al entorno donde trabaja.
2. Recopilación bibliográfica y procesamiento de la información: Donde se busca toda la información adecuada en relación al objetivo del trabajo de investigación. En esta etapa, se realiza el estudio y análisis bibliográfico de los antecedentes de la problemática actual vinculada con el concepto de desarrollo sostenible aplicado en la Gestión Hídrica a escala local y sus tendencias actuales. Particularmente se busca indicadores de sostenibilidad que permitan visibilizar la proyección de la Gestión Hídrica de la Empresa en el área que influye.
3. Se realizó un reconocimiento de campo en la Cuenca Topara con el apoyo de autoridades locales del Distrito Chavín. Con el objeto de confirmar la información secundaria obtenida.
4. Análisis y Sistematización de la información encontrada para ordenarlos según el esquema que plantea el modelo MOSOGHI. Se identifica y evalúa el indicador (I) en relación al Principio de Ética (PE), Dimensión de Desarrollo Sostenible

Tabla 1. Ejemplo de Indicadores según Principios de Ética y las dimensiones de eficiencia y sostenibilidad

PE	Dimensión	Indicador
Evitar el despilfarro de agua mediante su uso eficiente (P6)	EFICIENCIA	% de uso y consumo de agua tratada de mar por la minería % de agua tratada de mar para beneficio de la población de Chavín % de agua tratada de mar reciclada Uso de tecnología moderna Manejo de residuos sólidos Competencia del personal
Mantener los caudales ecológicos básicos para mantener la salud ecológica de los ecosistemas. (P2)	AMBIENTAL	Precipitación promedio anual de enero a marzo Precipitación promedio anual de abril a diciembre Programas para incrementar la oferta hídrica en la cuenca Topara Consumo de agua del río Topará por la Empresa Milpo Variación del caudal ecológico del río Topará por el cambio climático
Ser responsables y solidarios con los usuarios de aguas abajo, (P5)	SOCIAL	Apoyo a proyectos de abastecimiento de agua potable y desagüe en la cuenca baja. Apoyo a programas de uso de agua de río para la actividad agrícola o forestal en la cuenca baja Volumen de agua dulce que usa Milpo en la cuenca baja.
Evitar las subvenciones perversas que son malas para la economía y el medio ambiente (P10)	ECONOMICA	Número de familias favorecidos por apoyo en proyectos de emprendimiento en la comunidad Promoción de empresariado local Uso de mano de obra local por la minería

PE: Principio de Ética

(DDS). Además, se evalúa la interacción principalmente entre la actividad minera (M) de Milpo y el efecto (ef) que produce sobre el ambiente natural y la comunidad que habita dentro del área de influencia.

$$I = PE + DDS + M + ef \dots (1)$$

- Se recopila y selecciona los indicadores de eficiencia y sostenibilidad aplicando la técnica de “Análisis documental” y según el sistema RUFIO.

El sistema RUFIO maneja los siguientes elementos para caracterizar indicadores:

- Representatividad (R): indicadores que buscan medir aspectos fundamentales de la sostenibilidad, a su vez, pueden tener mayor incidencia en los niveles de calidad de vida.
- Universalidad (U): los indicadores buscan medir elementos comúnmente existentes en la mayoría de las zonas urbanas y rurales de la región.
- Facilidad y sencillez de recopilación (F): generalmente, la información para el levantamiento de los indicadores se encuentra disponible a través de registros existentes, recursos de escritorio, fuentes de información pública y/o investigaciones publicadas, o pueden ser observados fácilmente por recopiladores de datos.
- Objetividad (O): los indicadores también fueron seleccionados por su objetividad y claridad. Aquellos que son buenos se caracterizan por estar bien definidos, ser precisos, unívocos y fáciles de comprender.
- Influencia directa o indirecta del recurso hídrico (I): Indicadores que presentan influencia del agua sobre los elementos de sostenibilidad.

Si aprueban más de 3 características se considera el indicador para seguir la evaluación. Símbolo de indicador aprobado(A). Ver Tabla 2.

- Se encuesta a los colaboradores de la Empresa Milpo en la UM Cerro Lindo. La encuesta tiene preguntas relacionadas a la competencia de la empresa y sus colaboradores en temas de medio ambiente y Gestión hídrica dentro de la cuenca del río Topará. Todas las Empresas deben manejar como un indicador clave el nivel de competencia de sus trabajadores en criterios de desarrollo sostenible para emprender la gestión hídrica.
- Codificación y ponderación de indicadores de eficiencia y sostenibilidad que resultan de la información que provienen del territorio Chavín-Topara: Se aplicaron los métodos: del orden lógico de MOSOGHI y matriciales. Finalmente, la ponderación de los distintos indicadores implica establecer la importancia de cada uno de ellos, la cual se expresó en general en forma de % o número cuantitativo del valor total, donde los principios de ética hídrica, los parámetros de sostenibilidad y las cualidades de los indicadores permiten valorarlos. Ver Tablas: 3, 4.
- Al terminar el análisis documental de 64 documentos (planes, programas, reportes anuales, etc.) se obtuvo un promedio de 48 indicadores de eficiencia y sostenibilidad por año que fueron seleccionados y ponderados de un promedio de 70 por año. Algunos de estos documentos se mencionan en la referencia bibliográfica. Asimismo, la encuesta en relación a la eficiencia del personal se dirigió al 20% de colaboradores de Milpo (120). En relación a la comunidad del área de influencia, se evaluó indicadores que impactaban sobre la comunidad de Chavín y su entorno. La mayoría se halla dentro de los 48 indicadores seleccionados y ponderados.

**Tabla 2.** Ejemplo de Selección final de indicadores

Nº	Indicador	R	U	F	O	I	A
01	% de familias beneficiados por el consumo de agua tratada de mar	SI	NO	SI	SI	SI	✓
02	% de agricultores beneficiados por consumo de agua de mar tratada	SI	NO	SI	SI	SI	✓
03	% de familias beneficiados por consumo de agua potable de origen marino	NO	NO	NO	SI	NO	x

**Tabla 3.** Ponderación y codificación de indicadores basado en Principios de ética y parámetros de desarrollo sostenible.

Principios de Ética (PE*)	Indicador (I) por dimension del DS	COD	Xn	Grado de sostenibilidad de la gestión hídrica anual (G)				
				1	2	3	4	5
PE*	Indicador de eficiencia	Ien*	X <sub>1</sub>	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
PE*	Indicador de sostenibilidad Ambiental	IAn*	X <sub>2</sub>	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
PE*	Indicador de sostenibilidad Social	IAn*	X <sub>3</sub>	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
PE*	Indicador de sostenibilidad Económica	IEn*	X <sub>4</sub>	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

PE\* es el orden de los principios de ética para la gestión hídrica de la ONU.

Xn Índice de sostenibilidad

n\* es el orden del indicador en la dimensión del Desarrollo Sostenible.

9. Analizar los resultados de la aplicación del Modelo MOSOGHI en la UM Cerro Lindo para la Gestión hídrica de Milpo. Para ello se aplicaron fórmulas matemáticas.

**2.4. Fórmulas Matemáticas de Índice de sostenibilidad y Grado de sostenibilidad**

2.4.1. *Índices (Xn) de dimensiones de Desarrollo Sostenible (DS):*

**Índice de eficiencia anual (X1):** Es el promedio de la sumatoria de los indicadores de eficiencia (Ie) anual. Y n es el orden de los indicadores de eficiencia

$$X_1 = \sum Ien/n \dots \dots \dots (2)$$

**Índice de sostenibilidad ambiental anual (X2):** Es el promedio de la sumatoria de los indicadores de sostenibilidad ambiental (IA) anual. Y n es el orden de los indicadores.

$$X_2 = \sum IAn/n \dots \dots \dots (3)$$

**Índice de sostenibilidad social anual (X3):** Es el promedio de la sumatoria de los indicadores de sostenibilidad social (Is) anual. Y n es el orden de los indicadores.

$$X_3 = \sum Isn/n \dots \dots \dots (4)$$

**Índice de sostenibilidad económica anual (X4):** Es el promedio de la sumatoria de los indicadores de sostenibilidad económica (IE) anual. Y n es el orden de los indicadores.

$$X_4 = \sum IEn/n \dots \dots \dots (5)$$

**Índice de sostenibilidad del Desarrollo Sostenible anual (IS):** Es la sumatoria de los índices por dimensiones del Desarrollo Sostenible (DS).

$$IS = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \dots \dots \dots (6)$$

**Grado de sostenibilidad (G) anual:** Es el producto del factor de sostenibilidad por el índice de sostenibilidad anual

$$G = IS * 0.25 \dots \dots \dots (7)$$

**Tabla 4.** Evaluación del nivel del indicador según factor cualitativo

Nivel	Indicador			
	Factor	Magnitud	Importancia	Alcance
	1	Muy baja (mb)	Muy baja (mb)	Muy baja (mb)
	2	Baja(b)	Baja(b)	Baja(b)
	3	Medio(m)	Medio(m)	Medio(m)
	4	Alto(a)	Alto(a)	Alto(a)
	5	Muy alto (ma)	Muy alto (ma)	Muy alto (ma)

**Tabla 5.** Grado de sostenibilidad (G) de la Gestión hídrica

Escala	Valor (G*)	Criterio De Valoración
Muy alta	5	Incidencia considerada idónea el valor para alcanzar la gestión hídrica sostenible
Alta	4	Incidencia considerada aceptable el valor con pequeñas observaciones para alcanzar la gestión hídrica sostenible
Media	3	Incidencia considerada de limitado valor con observaciones que se debe considerar para alcanzar la gestión hídrica sostenible
Baja	2	Incidencia considerada incompatible el valor para alcanzar la gestión hídrica sostenible
Muy baja	1	Exclusión o valores inaceptables bajo cualquiera circunstancia para alcanzar la gestión hídrica sostenible

G\* es el promedio en números enteros redondeados si sale decimal

**Tabla 6.** Muestra de la aplicación del Modelo MOSOGHI \*

Indicadores de eficiencia (Ie) - 2009							
PE	Dimensión	Indicador	COD	No %	VC	Vc	Fuente
P6	Eficiencia	% de uso y consumo de agua tratada de mar por la minería	Ie1	100	Muy Alto	5	Memoria Anual 2009-Milpo
		% de agua tratada de mar para beneficio de la población de Chavín	Ie2	0	Muy Baja	1	Memoria Anual 2009-Milpo
		% de agua tratada de mar reciclada	Ie3	85	Alto	4	Memoria Anual 2009-Milpo
		Uso de tecnología moderna	Ie4	100	Muy Alto	5	Memoria Anual 2009-Milpo
		Manejo de residuos solidos	Ie5	220	Muy Alto	5	Memoria Anual 2009-Milpo
		Cumplimiento de las normas laborales	Ie6	100	Muy alto	5	Memoria Anual 2009-Milpo
		Competencia del personal	Ie7	100	Muy Alta	5	Encuesta
		Certificación de Sistemas de Gestión ISO 9001, ISO 14,001 y OSHAS 18,001	Ie8	3	Muy Alta	5	Memoria Anual 2009-Milpo

\*El trabajo completo está en la Tesis: Modelo de sostenibilidad para medir la Gestión de Recursos Hídricos orientada a la disponibilidad de agua no convencional de la Empresa Minera Milpo.

- VC Valor cualitativo - Vc Valor cuantitativo

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Proyección del grado de sostenibilidad (G)

Los resultados conseguidos mediante la aplicación del Modelo MOSOGHI al evaluar la Gestión Hídrica de aguas no convencionales de Milpo en la UM Cerro Lindo, en el periodo 2007 al 2018, muestran que la Gestión se ha mantenido dentro del rango del grado de sostenibilidad G 4 y G 3. En la Tabla 7 se puede observar como la Gestión Hídrica se ha mantenido durante 7 años con G 4 y durante 5 años con G 3. Lo que indica los esfuerzos de la Empresa Milpo para implementar una Gestión Hídrica sostenible durante tanto tiempo. Sin embargo, los retos son claros para la mejora continua de la Gestión Hídrica para alcanzar el promedio de G 4 o al menos de reducir los años de G 3. La sostenibilidad de la Gestión Hídrica de Milpo en la UM Cerro Lindo nunca bajó del Escenario G 3, lo que es encomiable y digno de resaltar. De este modo se podría evaluar el grado de sostenibilidad(G) en la Gestión Hídrica de Empresas de otros sectores, porque los principios de ética para la gestión hídrica son universales no cambian y los indicadores de sostenibilidad del Desarrollo Sostenible son aplicables a cualquier sector.

El Modelo MOSOGHI presenta resultados que plantean a la Gestión Hídrica de Milpo, retos de mejora continua hasta alcanzar en promedio el G4 y mantenerla o superarla de modo sostenible en la UM Cerro Lindo. Lo ideal sería que alcance el G 5. De igual modo basado en los resultados de la proyección del grado de sostenibilidad se puede plantear alguna discusión si se trata de otras Empresas que quieran evaluar la sostenibilidad de su Gestión Hídrica según el Modelo MOSOGHI.

#### 3.2. Proyección del Índice de eficiencia (X1)

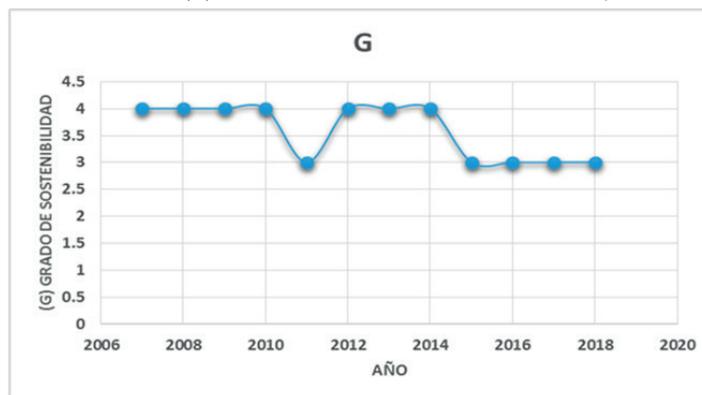
En la Tabla 8 se observa que el índice de eficiencia ( $X_1$ ) en relación al periodo entre 2007 a 2018 se ha mantenido en promedio en niveles altos ( $X_1 = 4$ ). Que indica los notables esfuerzos de Milpo para manejar eficientemente una gestión hídrica sostenible con estándares altos en un tiempo relativamente largo. se podría aplicar del mismo modo este modelo para la gestión hídrica de otras empresas.

#### 3.3. Proyección del Índice de sostenibilidad ambiental (X2)

En la Tabla 9, se observa el índice de sostenibilidad ambiental ( $X_2$ ) para el periodo 2007 a 2018 se ha mantenido

**Tabla 7.** Proyección del grado de sostenibilidad (G) de 2007 – 2018 de la Gestión Hídrica de Milpo

Año	G
2007	4
2008	4
2009	4
2010	4
2011	3
2012	4
2013	4
2014	4
2015	3
2016	3
2017	3
2018	3



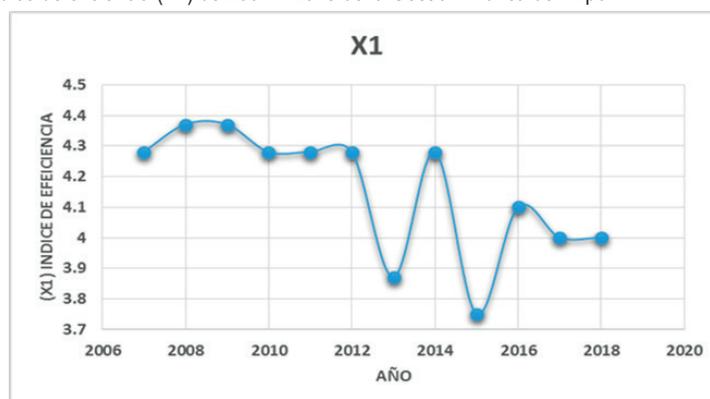
Leyenda: G-Grado de sostenibilidad

o – año

- dirección de la sostenibilidad

**Tabla 8.** Proyección del Índice de eficiencia (X1) de 2007 – 2018 de la Gestión Hídrica de Milpo

Año	$X_1$
2007	4.28
2008	4.37
2009	4.37
2010	4.28
2011	4.28
2012	4.28
2013	3.87
2014	4.28
2015	3.75
2016	4.1
2017	4
2018	4



Leyenda: X1- Proyección del Índice de eficiencia

o – año

- dirección de la sostenibilidad

en promedio cerca a niveles altos ( $X_2 = 4$ ). Lo que indica que más allá de los notables esfuerzos de la Empresa Milpo de llegar a estándares altos de sostenibilidad ambiental en la Gestión Hídrica Sostenible de aguas no convencionales, sufrió sobresaltos como en 2011 y 2016 el  $X_2$  fue de tendencia más cercanos a media, con riesgo de caer a niveles más bajos de sostenibilidad ambiental. En general en todo el periodo de 12 años, el promedio de  $X_2$  es aceptable. La tendencia es positiva porque supera el Escenario medio alcanzando en algunos casos más del nivel  $X_2 = 4$ . Del mismo modo, se podría evaluar el índice de sostenibilidad ambiental de la gestión hídrica de cualquier empresa.

**3.4. Proyección del índice de sostenibilidad social (X3)**

En la Tabla 10 se observa el índice de sostenibilidad social ( $X_3$ ) en el periodo 2007 a 2018 se ha mantenido cerca de Escenarios medios ( $X_3 = 3$ ). Indicando que más allá de los notables esfuerzos de Milpo, de llegar a estándares altos de sostenibilidad social en la gestión hídrica; ha sufrido ciertas tendencias peligrosas durante este periodo de estudio, donde el  $X_3$  ha corrido el riesgo de caer a niveles más bajos de

sostenibilidad, como ocurrió en los años 2009 y 2011. Del mismo modo, se podría evaluar el índice de sostenibilidad social de la gestión hídrica de cualquier empresa.

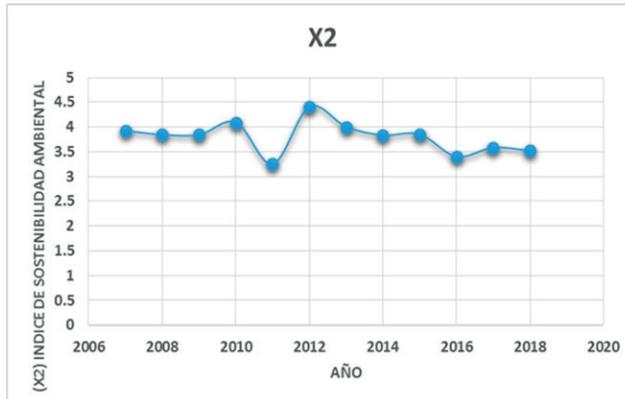
**3.5. Proyección del índice de sostenibilidad económica (X4)**

En la Tabla 11 se observa que el índice de sostenibilidad económica ( $X_4$ ) para el periodo 2007 a 2018 se ha mantenido en promedio cercano a Escenarios medios ( $X_4 = 3$ ) pero con ciertas caídas a niveles bajos. Lo cual indica que más allá de los notables esfuerzos de la Empresa Milpo ahora NEXA para llegar a estándares altos de sostenibilidad económica en la Gestión Hídrica Sostenible de aguas no convencionales, ha venido sufriendo ciertas tendencias peligrosas durante este periodo de estudio, donde el  $X_4$  ha caído a Escenarios más bajos de sostenibilidad económica en la Gestión Hídrica de Milpo como en los años 2011, 2015 y 2016 en la UM Cerro Lindo.

El Modelo MOSOGHI muestra a detalle los problemas que podría estar surgiendo en la Gestión Hídrica de cualquier Empresa durante un periodo determinado.

**Tabla 9.** Proyección del Índice de sostenibilidad ambiental ( $X_2$ ) de 2007 – 2018 de la Gestión Hídrica de Milpo

Año	$X_2$
2007	3.92
2008	3.84
2009	3.84
2010	4.09
2011	3.25
2012	4.4
2013	4
2014	3.83
2015	3.85
2016	3.4
2017	3.58
2018	3.52

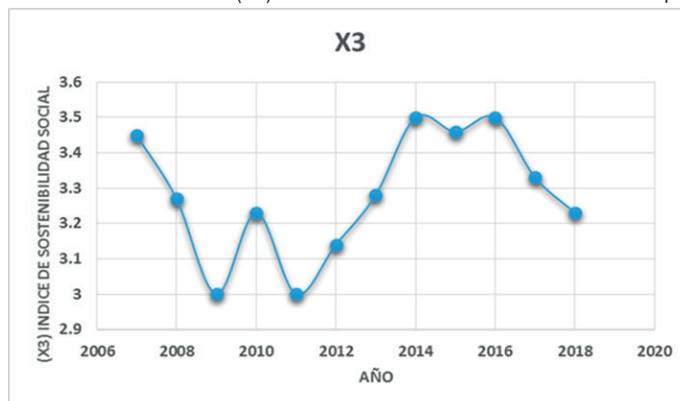


Leyenda: X2- Proyección del Índice de sostenibilidad ambiental

- - año
- dirección de la sostenibilidad

**Tabla 10.** Proyección del Índice de sostenibilidad social ( $X_3$ ) de 2007 – 2018 de la Gestión Hídrica de Milpo

Año	$X_3$
2007	3.45
2008	3.27
2009	3
2010	3.23
2011	3
2012	3.14
2013	3.28
2014	3.5
2015	3.46
2016	3.5
2017	3.33
2018	3.23

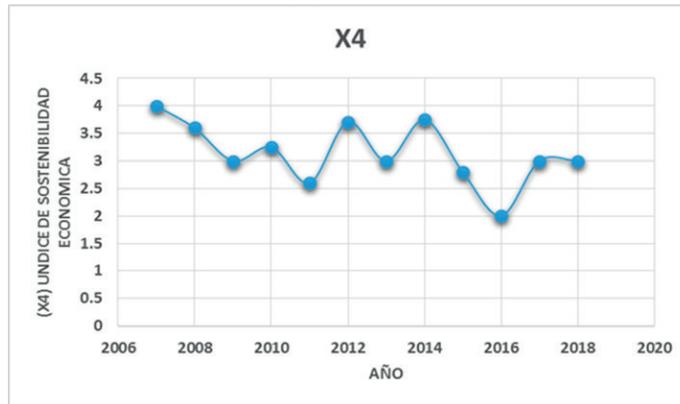


Leyenda: X3- Proyección del Índice de sostenibilidad social

- - año
- - dirección de la sostenibilidad

**Tabla 11.** Proyección del Índice de sostenibilidad económica (X4) de 2007 – 2018 de la Gestión Hídrica de Milpo

Año	X <sub>4</sub>
2007	4
2008	3.6
2009	3
2010	3.25
2011	2.6
2012	3.71
2013	3
2014	3.75
2015	2.8
2016	2
2017	3
2018	3



Leyenda: X4- Proyección del Índice de sostenibilidad económica

○ - año

— - dirección de la sostenibilidad

Los resultados de los análisis de cada proyección del índice de DS, permiten evaluar la proyección de la calidad de la Gestión Hídrica y plantear una discusión sobre las debilidades y fortalezas, que permita orientar dicha gestión a una mejora continua en favor de la competitividad de cualquier Empresa.

#### IV. CONCLUSIONES

- El Modelo MOSOGHI es una propuesta real para medir la eficiencia y la sostenibilidad de la Gestión Hídrica de una Empresa. Es un Modelo que permite proyectar la mejora continua de la Gestión Hídrica de la Empresa a través de un periodo de tiempo.
- La fortaleza de la estructura del Modelo MOSOGHI está cimentada en los indicadores de sostenibilidad que son identificados y recolectados en base a principios de ética universales que no cambian y las dimensiones globalizados del Desarrollo Sostenible aplicables en la Gestión Hídrica de cualquier sector. De allí la versatilidad del Modelo MOSOGHI para ser aplicado en cualquier Empresa
- Los 11 principios de ética tomados para esta investigación son las que dio UNESCO el 2009 en Estambul para el uso del agua. Estos principios y el paradigma de Desarrollo Sostenible permiten al Modelo MOSOGHI enfocar holísticamente el problema de sostenibilidad de la Gestión Hídrica de la Empresa.
- El modelo MOSOGHI como sistema comprende 7 fases, donde la información obtenida del diagnóstico integral del área de influencia de la actividad de la Empresa, resulta el campo real que facilita encontrar los indicadores de sostenibilidad.
- El Modelo MOSOGHI, para el caso Nexa en la UM Cerro Lindo alcanza medir la Gestión

Hídrica, por el periodo 2007 a 2018 un promedio de Grado de Sostenibilidad de nivel cercano a 4 cuantitativamente y cualitativamente nivel Alto. Lo que confirma los esfuerzos de la Empresa Milpo por orientar su actividad según los parámetros de la ética y el Desarrollo Sostenible. El reto es avanzar al Grado de sostenibilidad Alto y mantenerlo para mejorar y cuidar su reputación y competitividad no solo a nivel local sino regional. Esta experiencia podría ser de otra Empresa Minera o de otro sector.

- El Modelo MOSOGHI de igual modo utilizando los índices de eficiencia y sostenibilidad para la Gestión Hídrica de MILPO alcanza medir cada uno de ellos para el periodo 2007 a 2018, estableciendo promedios cuantitativos y cualitativamente niveles que permiten observar el avance en la Gestión Hídrica de Milpo. Luego se plantea, la mejora continua en la Gestión Hídrica basado en los análisis de los resultados. Del mismo modo se podría replicar en otras Empresas, porque los principios de ética son universales y no cambian y los indicadores de sostenibilidad son globalizados por el Desarrollo Sostenible.
- Concluimos que el Modelo MOSOGHI puede ser una alternativa a aplicar para medir la eficiencia y sostenibilidad de la Gestión Hídrica de Empresas de otros sectores, porque los principios éticos de gestión hídrica son universales y los indicadores de sostenibilidad para la gestión hídrica son globalizados por los parámetros del Desarrollo Sostenible.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Al apoyo de la Jefa Corporativa de Asuntos Ambientales de Milpo Ing. Erika Huanca ahora NEXA ha sido muy importante en las coordinaciones para desarrollar el presente trabajo de investigación. Asimismo, el Staff

Ejecutivo de NEXA en Brasil, quienes nos apoyaron con las publicaciones.

## VI. REFERENCIAS

- Barrientos Alvarado, J. D. (2011). *Modelo de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de las cuencas de los ríos Moquegua y Tambo* [Universidad de Piura]. [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1480/MAS\\_GAA\\_012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1480/MAS_GAA_012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cachán, C. (2009). Principios éticos para la gestión sostenible del agua. *Revista Haz*. <https://hazrevista.org/rsc/2009/04/principios-eticos-para-la-gestion-sostenible-del-agua/>
- Campoblanco Díaz, H., & Gomero Torres, J. (2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 3(5), 57–63. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v3i5.2539>
- García Calvo, E. (2008). El agua clave para el uso sostenible. *Universidad de Alcalá*, 1–8. <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2518/04garcia-calvo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IMTA. (2007). *Conceptos de ética del agua*. Fondo Para La Comunicación y La Educación Ambiental, A.C . [https://mbuenfil.webs.com/documentos\\_estudios/IMTA\\_8\\_etica-agua.pdf](https://mbuenfil.webs.com/documentos_estudios/IMTA_8_etica-agua.pdf)
- Méndez Quincho, L. C., Ramos Matías, P. M., & Arce Cruzado, O. F. (2017). Diagnóstico del uso del agua y vertimientos de efluentes líquidos en el Perú (2013-2015). *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias Geográficas*, 20(39), 123–136. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14175/12488>
- Pulgarín Giraldo, N. (2011). *Desarrollo de un modelo de gestión sostenible del agua: Microcuenca la Bermejala, Medellín (Colombia)* [Universidad Politécnica de Cataluña]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13623>
- Quiñónez Rizo, E. A. (2015). *Responsabilidad ambiental empresarial: cómo gerenciar la gestión ambiental en su empresa* (segunda edición). Ecoconsulta; Ediciones de la U., <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UP.197085>
- Torres, N. (2013). *Sostenibilidad de la gestión del servicio de agua potable en Saavedra*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca . <https://fddocuments.ec/document/sostenibilidad-de-la-gestin-del-servicio-de-agua-potable-.html?page=1>

## Contribución de autoría:

Conceptualización: G.L.V, Curación de datos: G.L.V; Análisis formal: G.L.V; Adquisición de fondos: G.L.V Investigación: G.L.V y D.F.L.D; Metodología G.L.V y D.F.L.D; Administración del Proyecto: G.L.V; Recursos: G.L.V; Software: G.L.V; Supervisión: G.L.V y D.F.L.D; Validación: G.L.V y D.F.L.D; Visualización G.L.V; Redacción - borrador original: G.L.V; Redacción - revisión y edición: G.L.V y D.F.L.D